

Caracterización por medio de análisis instrumentales de los materiales constitutivos de la orfebrería de la Tumba 7 de Monte Albán, Oaxaca

Gabriela Peñuelas Guerrero

Profesora adjunta del Seminario Taller de Metales

Introducción

Conocer materialmente los bienes culturales resulta fundamental para poder inferir y comprender las diversas dinámicas de alteración en que se ven involucrados los artefactos susceptibles a ser conservados y posteriormente restaurados. Así, la presente investigación surge por la necesidad de comprender el estado de conservación de una de las colecciones de orfebrería prehispánica más importantes y sorprendentes de México como lo es la Tumba 7 de Monte Albán, la cual incluye artefactos de oro y de plata.

A pesar de tratarse de una colección tan importante, no existía un análisis sistemático de la misma en la que se relacionara la técnica de manufactura con el estado de conservación y que estos datos sirvieran para compararlos con tradiciones metalúrgicas que han sido estudiadas previamente. Otra interrogante importante era comprender las causas de la apariencia heterogénea que presentan varias piezas, sobre todo las de oro; se pensaba que la diferencia podía corresponder a un dorado intencional que había sido

parcialmente eliminado por no conocer las técnicas de manufactura antes de intervenir los objetos. Por lo que, el objetivo de la tesis fue caracterizar los materiales constitutivos de la orfebrería empleando espectrometría de fluorescencia de rayos X, es decir una técnica no destructiva ni invasiva para poder relacionar la información y con ello generar una propuesta de conservación integral de la colección.

La ofrenda

Como restauradores estamos conscientes de los cambios constantes en los que se ven envueltos los objetos, tanto las transformaciones materiales como las dinámicas sociales en las que se encuentran inmersos en determinados momentos. En ese sentido no sólo la orfebrería, sino la Tumba 7 en sí misma son un ejemplo muy interesante, ya que la tumba fue construida por los zapotecos y la ofrenda que se analizó fue depositada por los mixtecos casi 800 años después. Así que conocer todos estos procesos además de rastrear las intervenciones de restauración que los artefactos tuvieron fue parte fundamental para poder comprender las diversas dinámicas de alteración que han envuelto a la colección.

La ciudad de Monte Albán originalmente fue construida alrededor del año 700 a.C., aunque su apogeo corresponde al período clásico comprendido del 200 d.C. al 900 d.C. A partir de las características arquitectónicas Caso ubicó la construcción de la tumba entre el 500 y el 750 d.C.

(Caso, 1969); curiosamente la ofrenda comparte particularidades con los glifos mixtecos por lo que ha sido considerada una aportación mixteca enterrada alrededor del 1350 al 1521 d.C. La Tumba 7 se localiza al noreste de la Plataforma Norte y al norte de la Gran Plaza, en una zona donde se localizan residencias o palacios con tumbas al noreste de la zona arqueológica de Monte Albán (Winter, 1993).

El arqueólogo Caso en 1932 realizó el hallazgo de la Tumba 7, en el que se encontraron varios restos óseos humanos, máscaras de turquesas, objetos de obsidiana, roca de cristal, concha, resinas, huesos tallados así como poco material cerámico, en contraste con la gran cantidad de artefactos metálicos tanto de oro, plata, dos bimetálicos -oro y plata-, y uno de cobre que conforman la colección de orfebrería (Caso, 1969).

Antecedentes

Aunque son objetos metálicos de oro y plata, no se puede perder de vista que la ofrenda está conformada por artefactos arqueológicos y como tales han sido tratados desde el momento de su descubrimiento, por lo que los arqueólogos en especial Alfonso Caso han sido los encargados de obtener la mayor información proveniente del contexto, el significado de las piezas y de la técnica de manufactura.

Es importante resaltar que mientras tuvo bajo su custodia las piezas de la tumba 7, Caso nunca permitió que les realizaran análisis destructivos,

de la misma opinión fue el metalista Dudley Easby quien en 1959 por petición del arqueólogo analizó la colección con la intención de conocer y describir la técnica de manufactura de la colección mediante tomas radiográficas, observación a simple vista y con lentes de aumento. En dicho momento el especialista consideró preciso realizar FRX a los objetos por el carácter no-destructivo de la técnica analítica (Easby en Caso, 1969). Situación a la cual, Caso aceptó enviando varias piezas al Instituto de Física de la UNAM.

No obstante años después, en 2002 Ortega y otros investigadores (Ortega, et. al., 2002) examinaron láminas de oro, para entender la técnica de batido empleada por los orfebres mixtecos, seleccionando 8 muestras a las que se les realizó microscopía electrónica de barrido y espectroscopia de rayos X. Lamentablemente los resultados no se relacionaron con el estado de conservación de los ejemplares. Tres años después en 2005 Camacho y su equipo (Camacho et. al., 2005) retomaron la línea de investigación sobre la orfebrería de la Tumba 7, en ésta ocasión ampliando la variedad de técnicas de manufactura e incorporando piezas elaboradas por fundición a la cera perdida. Esta vez analizaron 10 muestras, para lo cual emplearon nuevamente MEB - EDX, análisis metalográfico y microscopía electrónica de transmisión. A partir de su investigación, concluyeron que los orfebres mixtecos conocían las características que se obtenían variando las proporciones de las aleaciones, usando preferentemente oro de bajo quilataje para los objetos trabajados en frío y de quilataje mayor para los artefactos fundidos. También subrayaron el hecho de que la variación de color entre una pieza y otra era un resultado intencional obtenido por el enriquecimiento artificial causado por el quemado de las superficies. Nuestra investigación ha permitido comprobar la veracidad de estas aseveraciones, como se verá más adelante.

Metodología

Aunque cada vez se hace más común la caracterización de la composición de los materiales previa a cualquier intervención, en México esto no ha sido una práctica común. Por lo que analizar la mayor cantidad de piezas de una colección tan impresionante no sólo por la cantidad de piezas, su belleza y la calidad de la técnica de manufactura aunado al hecho de que provienen de un contexto arqueológico definido, se convirtió en una fuente de información en cuanto a datos tecnológicos, culturales y obviamente sobre las diferentes dinámicas de deterioro que presenta la orfebrería muy importante.

Como restauradores necesitamos de la información histórica y científica que se pueda obtener de un artefacto que se va a intervenir. En este sentido el estado material de los objetos dirige, por decirlo de alguna manera, las posibilidades de los tipos de análisis que se pueden llevar a cabo; por ejemplo la toma de muestras de un bien cultural es un proceso que debe justificarse en cuanto a información que se obtendrá de ello pero que en ocasiones es impensable o se limita por las características de los bienes a estudiar, como es la condición de la orfebrería de la Tumba 7.

Debido al valor arqueológico de la colección únicamente podría pensarse en una metodología no-invasiva y no-destructiva para caracterizar los materiales. Era necesaria una técnica analítica con la suficiente penetración para obtener resultados fidedignos de la aleación, pese a la posible presencia de capas de productos de corrosión y a la técnica de dorado intencional, cuya presencia fue reportada por Camacho y su equipo. Por lo que obtener información cualitativa que arroja datos cuantitativos o al menos semicuantitativos, era necesario. Todos estos requerimientos

los encontramos en la espectrometría de fluorescencia de rayos X, con la ventaja de contar con un dispositivo portátil del Instituto de Física de la UNAM, que nos permitió realizar los análisis sin trasladar la colección fuera de las instalaciones del Museo de las Culturas de Oaxaca, donde se encuentra expuesta la orfebrería.

Teniendo en consideración que la colección proviene de un contexto arqueológico definido, la cual pertenece a una misma tradición metalúrgica consideramos que al analizar una tercera parte se obtendrían resultados confiables que nos mostraran generalidades de la orfebrería. Tanto por la cantidad de piezas como por el tiempo que se requería para realizar el análisis se preseleccionaron 49 de los 145 artefactos metálicos. Se decidió estudiar 32 ejemplares de oro haciendo mayor hincapié en objetos elaborados por fundición -27 de fundición y 5 elaboradas por martillado- ya que en los estudios previamente realizados a la colección se habían estudiado piezas martilladas [Ortega, et. al. 2002 y Camacho, et. a., 2005]. Por otro lado, al no contar con información sobre aleaciones de plata de la zona mixteca se seleccionaron más de la mitad de estos objetos: 12 de los elegidos fueron hechos con fundición y 3 por martillado. También se analizaron los únicos dos objetos bimetálicos provenientes de la ofrenda -mitad de oro y la otra mitad de plata-.

La metodología de análisis comenzó como cualquier acercamiento a un bien cultural que será intervenido, es decir el primer paso fue 1) la observación macroscópica de cada una de las piezas, tanto las seleccionadas como las exhibidas en las vitrinas; seguido de 2) la observación con microscopio estereoscópico de las 49 piezas seleccionadas, a las cuales se les realizaron microfotografías de los detalles más significativos; 3) la observación con radiaciones UV de todos los objetos, así como con luz IR únicamente a las piezas elaboradas por martillado; 4) las tomas fotográficas

cas generales y los detalles significativos de las 49 piezas; y por último el 5) análisis con fluorescencia de rayos X, en diferentes regiones de cada pieza. Todo esto se llevó a cabo gracias a la colaboración del personal del Museo Regional de las Culturas de Oaxaca dentro de sus instalaciones.

Resultados y discusión

Con la metodología anteriormente mencionada se logró entender la dinámica de deterioro que presenta la colección, identificando las técnicas de manufactura empleadas desde el batido como la maestría que tuvieron los orfebres para la realización de los modelos en cera simulando hilos de oro y plata; también se establecieron las concentraciones de las aleaciones tanto binarias (oro-cobre, oro-plata, plata-cobre) como ternarias (oro-plata-cobre), con estos datos se pudieron obtener las temperaturas de fusión de las soluciones, además de saber si se trataba de aleaciones monofásicas o bifásicas. Por otro lado, se detectaron también intervenciones anteriores.

La observación de las piezas a simple vista y bajo microscopio estereoscópico resultó un ejercicio sumamente enriquecedor para corroborar el proceso de elaboración de las piezas. Se confirmaron las descripciones de Sahagún al encontrar los núcleos de arcilla y carbón sobre los que refiere era aplicada la cera (Sahagún, 2006), misma que era modelada hasta obtener el diseño de la pieza que se iba a fundir. La sustancia arcillosa se localizó indistintamente en objetos en relieve como en el caso de los pectorales o en piezas huecas como las cuentas de muelas del collar que aún conservan su núcleo, lo que nos habla de la conciencia en el ahorro de material y también de la necesidad de que la pieza no pesara lo que pesaría un objeto macizo.

Las fuentes explican que para sujetar el núcleo y evitar que éste se moviera al fundir la cera se



Foto 1. Collar de muelas de la Tumba 7 de Monte Albán. Hernández, Eumelia, 2007.

empleaban trozos de madera o espinas de maguey (Easby en Caso, 1969), la combustión de estos al vaciar el metal causa huecos en las piezas obtenidas. En algunos ejemplares se localizaron pequeños orificios bien definidos, ubicados en lugares ocultos por el diseño de la pieza que nos hacen pensar que se trata de huellas dejadas por estos “sujetadores”, en tanto que la ausencia de huecos en otras secciones sugiere que se emplearan varitas del mismo metal para tal fin. Por el contrario, en otros adornos se descubrieron pequeños puntos que pudieran ser restos de los tubos de colada que una vez solidificado el metal se convirtieron en delgados palitos del mismo. En algunos casos estos remates fueron modificados para formar parte del diseño de la pieza, en otros limados.

Aunque no todos los artefactos evaluados presentan “defectos de manufactura” como los llama Grinberg (Grinberg, 1990) se ubicaron algunos poros producidos por la liberación de los gases durante el vaciado, rebabas y zonas huecas en las que no fluyó el metal.

Siempre ha sido evidente la gran maestría de los orfebres mixtecos en la elaboración de modelos en cera y en especial de aquellos que constituyen la falsa filigrana, la destreza se evidencia en la homogeneidad regular de los hilos de cera mismos que presentan pequeños abultamientos

que podrían deberse al mecanismo de extrusión mediante el cual fueron obtenidos. En los pectorales de Xochipilli se notan las terminaciones de estos hilos con una pequeña muesca a la misma altura del tocado, lo que señala el corte del hilo de cera. Como se aprecia en la imagen.



Foto 2. Detalle de los hilos del Pectoral de Xochipilli B, Tumba 7 de Monte Albán. Contreras-Peñuelas, 2007

Aleaciones de oro

A partir de la caracterización de las aleaciones con las que se manufacturaron los 49 artefactos metálicos analizados de la Tumba 7, se ha podido establecer que los orfebres mixtecos manejaban el oro y la plata conociendo las características que podían obtener dependiendo de la proporción de cada aleante - oro, plata y/o cobre-, lo cual aplicaban dependiendo de la técnica de factura. En los 32 objetos de oro analizados, encontramos el empleo de aleaciones tanto binarias como ternarias:

- Oro - plata. Ejemplos de esto son el calabacito y la pulsera, ambas piezas trabajadas en frío y con un quilataje alto, contrariamente a lo que señalaron Camacho et .al. (Camacho et .al, 2005).
- Oro - plata - cobre. Es importante señalar que las piezas presentan un alto contenido

do de oro, aunque este varía según los objetos realizados. Se presentan aleaciones con más del 70% de oro, un porcentaje promedio del 25% de plata y menos del 5% de cobre; las aleaciones con menos contenido de oro lo encontramos en los Pectorales de Xochipilli con 46.2% Au, 32.6% Ag y 21.3% cuya coloración también es distinta con respecto al resto de las piezas.

A diferencia de otras piezas mixtecas como el Pendiente de San Francisco Caxonos (Ortiz et.al, 2007), en los ejemplares de la Tumba 7 no se encontraron evidencias de la utilización de ninguna técnica de dorado intencional. Es probable que el enriquecimiento superficial que Camacho y su equipo encontraron, y reportaron como coloración intencional fuera el resultado de la corrosión selectiva favorecida por las condiciones de

enterramiento de uno de los componentes de la aleación.

Otro rasgo que permite descartar el hecho de que las piezas tuvieran un dorado intencional es la homogeneidad de la concentración de las aleaciones con las que fueron facturadas. Esta situación se acentúa en los objetos que comparten representación iconográfica, mismos que podría decirse fueron hechos en serie, como son los adornos de faisán y lunas, los adornos de cabezas de faisán, los pequeños pectorales de Tláloc, Tlacuache y Jaguar; todas estos conjuntos de ejemplos fueron elaborados a partir de una misma solución del metal fundido.

Aunque en el caso de los 5 pectorales de Xochipilli, de los que únicamente se analizaron 4 encontrando dos aleaciones distintas: la más rica

en oro se encontró sólo en un pectoral, mientras que los otros tres comparten una concentración promedio de 47% del metal áureo. Es interesante contrastar las observaciones sobre el contexto en el que fueron encontrados los pectorales, ya que dos de los cinco pectorales fueron encontrados alejados de los otros tres, lamentablemente no se sabe cuales ya que con el cambio de números de registro con el número de inventario este dato se ha perdido. Lo que podemos inferir por la iconografía del dios Xochipilli es que desde un inicio eran 5 piezas, que por las características estéticas y formales los modelos fueron elaboradas por dos manos distintas dentro de un mismo taller, es probable que el contenido mayor de oro y menor de plata sea parte de esta diferencia dentro del encargo y la división del trabajo.



Foto 3. Cuatro de los cinco Pectorales de Xochipilli, Hernández, Eumelia, 2007.

Existen tres ejemplares en los que se utilizaron dos o más aleaciones para su manufactura. Esto puede asegurarse ya que las concentraciones se mantienen idénticas en las diferentes secciones que conforman el adorno. Una de las piezas más interesantes es el Pectoral de Juego de Pelota, en el cual se detectaron 3 aleaciones: 1 con mayor contenido de oro con la que fundieron las secciones d,e,f,g; mientras que la aleación 2 con casi 10% menos de oro y poco más del 10% de plata: en las secciones c,b y, finalmente la número 3 para los cascabeles alargados a. La cantidad de cobre es decisiva ya que de ella depende el punto de fusión de la aleación, así como el cambio de coloración. Es curioso que esta diferencia de tonalidad coincida con la parte de las plumas y los cascabeles, la zona que al estar en movimiento produce sonido, tal vez la diferencia en los contenidos de oro, plata y cobre respondiera a la necesidad de producir algún sonido específico.

Aleaciones de plata

Una de las aportaciones de este trabajo a la arqueometalurgia es la información generada sobre las aleaciones de plata, hasta ahora poco estudiadas. Los orfebres mixtecos utilizaban tanto aleaciones binarias como ternarias con altos contenidos de plata:

- Plata – cobre. Es interesante encontrar que las piezas elaboradas por martillado no contienen oro.

Por otro lado, en los cascabeles y en cinco de los anillos la cantidad del metal áureo no sobre pasa el 0.5% lo cual nos habla de la presencia de una impureza y no de otro elemento aleante.

- Plata – cobre – oro. Únicamente en dos anillos se registró más del 5% de oro.

Un dato interesante es que únicamente en un cascabel se identificó plomo, con una proporción menor al 1%. Es sabido que la presencia de este



◀ Foto 4. Pectoral de Juego de Pelota. Hernández, Eumelia, 2007.

elemento en plata arqueológica influye directamente en la fragilidad del material por la precipitación de la impureza en la solución (Selwyn, 2000), el efecto lo pudimos comprobar al evaluar el estado de conservación de la pieza.

Sobre los dos discos bimetálicos de la colección encontramos que fueron elaborados por martillado a partir de dos láminas: una elaborada con una aleación rica en oro y la otra rica en plata.

Estado de conservación

Relacionando la información recabada durante la investigación, comparándola con las observaciones de las piezas además de los resultados arrojados por la caracterización de las aleaciones, se estableció que en general la colección se encuentra en buen estado de conservación salvo por las piezas de plata y los discos bimetálicos, cuyo principal problema es la fragilidad provocada por la naturaleza de la plata arqueológica y las impurezas que presenta aunado a la técnica de manufactura.

La fragilidad de los ejemplares de plata se ha traducido en el desprendimiento de fragmentos que a su vez han derivado en cambios formales debido a inadecuadas intervenciones anteriores. Otro de los problemas que presentan todas las piezas de plata es la presencia de argentita (sulfuro de plata) causada por la interacción de la aleación con los iones sulfuro del ambiente. Las piezas de oro por su parte, únicamente cuentan con una ligera capa de cuprita (óxido de cobre I) localizada en zonas aledañas a los diseños en las que el acceso se dificulta y por lo mismo se concentra mayor cantidad de polvo fomentando una leve corrosión.

Finalmente, la mayoría de las piezas tienen restos de cera de Campeche y corcho empleada para el montaje, lo cual favorece un ambiente ácido que podrá derivar en factor para que las piezas se corroan.

Conclusiones

Al hablar de restauración de artefactos metálicos es bien sabido que no existe una receta específica, que la intervención es casuística es decir, que las acciones responden a las necesidades de cada pieza. Al tener este tipo de bien cultural es de suma importancia conocer en la medida de lo posible la composición de las aleaciones que los conforman, ya que dependiendo de los aleantes se determina en gran medida las acciones a llevarse a cabo. En este caso al caracterizar las piezas se pudo concluir que algunos de los procesos que se les realizaron anteriormente no han servido de mucho, caso concreto fue la aplicación de un pasivador para el cobre cuando en la aleación de plata-cobre el contenido de este último es muy bajo por lo que el resultado que se esperaba no se ha dado.

Como se mencionó al principio de este texto, la hipótesis que generó la investigación estaba encaminada a comprender el fenómeno por el cual las piezas de oro tenían una apariencia heterogénea, al inicio cabía la posibilidad de que los orfebres mixtecos, en específico los que elaboraron las piezas de la Tumba 7 de Monte Albán, hubieran realizado alguna técnica de dorado y que la apariencia respondiera a este hecho aunado a una limpieza excesiva lo cual se descartó por completo. Las piezas están elaboradas con aleaciones de oro sin ninguna técnica de dorado intencional, sin embargo se ha dejado abierta la posibilidad de que los artefactos arqueológicos hayan estado expuestos a un fenómeno de corrosión selectiva durante el enterramiento. Sobre esta línea de investigación

se podrá seguir estudiando y experimentando una vez que se tienen los datos precisos sobre las aleaciones, para comprender por completo su comportamiento en diferentes contextos desde enterramiento a las condiciones de exhibición.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Arqueología, a la Coordinación Nacional de Arqueología, a la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, al Centro INAH-Oaxaca, al Museo de las Culturas de Oaxaca y a la Escuela Nacional de Restauración, Conservación y Museografía Manuel del Castillo Negrete por los permisos y las facilidades brindadas para realizar ésta investigación.

Al IF-UNAM y en especial al proyecto CONACyT U49839-R por el apoyo para realizar esta investigación.

Al Dr. José Luis Ruvalcaba Sil y la Lic. Jannen Contreras Vargas por su dirección y asesoría en todo momento; a la Mtra. Edith Ortiz Díaz por sus asesorías.

Bibliografía

Caso, A., El Tesoro de Monte Albán, México, 1969.

Camacho, Ortega, Velasco y Yacamán, "A microestructural study of gold treasure from Monte Alban's Tomb 7", 2005.

Easby, D. en: El Tesoro de Monte Albán, México, 1969.

Grinberg, D., Los señores del metal, minería y metalurgia en Mesoamérica, México, 1990.

Ortega, Velasco y Yacamán, "Microestructura de láminas de oro mixtecas, Tumba no.7 Monte

Albán", en: Memorias de la Mesa redonda de Tecnologías Metalúrgicas en América Prehispánica, México, 2002.

Ortiz E. y J.L. Ruvalcaba, "An historical approach to a gold pendant: the study of different metallurgical techniques in ancient Oaxaca, Mexico, during the late post classic period", Italia, 2007.

Peñuelas G., Caracterización por medio de análisis instrumentales de los materiales constitutivos de la orfebrería de la Tumba 7 de Monte Albán, Oaxaca, México, 2008.

Sahagún, Fray Bernardino, Historia general de la Nueva España, México.

Sculze, N. El proceso de producción metalúrgica en su contexto cultural: los cascabeles de cobre del Templo Mayor de Tenochtitlán. México, 2008.

Selwyn, L. "Corrosion chemistry of gilded silver and copper", en: Gilded metals, London, 2000.

Winter, M. "Los mixtecos y los zapotecos", en: El doblamiento de México, México, 1993.